

用微透镜阵列在单模光纤中写入 长周期光纤光栅的新方法

H. Y. Tam¹⁾ 杜卫冲²⁾ Michael. S. Y. Liu¹⁾

1), 香港理工大学电机工程系, 香港

2), 华南师范大学物理系, 广州 510631

摘 要 报道了用微透镜阵列、几百个准分子激光脉冲有效地写入长周期光纤光栅的新方法。

关键词 微透镜阵列, 准分子激光脉冲, 光纤光栅。

常规的光纤光栅其周期在 $0.5 \mu\text{m}$ 量级, 它将前向导波模耦合到后向导波模, 其作用相当于一种波长可选择的窄带反射元件, 由于它在光纤通信与传感领域内有着广泛的应用而成为一个研究的热点。目前另一类光纤光栅, 其周期在数百个微米量级, 称之为长周期光纤, 它可将前向的导波耦合到不同级次的包层模之中, 其作用相当于一种波长可选择的滤波元件, 由于这种元件可以作为掺 Er 光纤放大器中的增益平坦器件而备受重视。目前制备长周期光栅的主要方法是透射型模板法或逐步写入法二种 [A. M. Vengsarkar *et al.*, *J. Lightwave Technology*, 1996, **14**(1) : 58; S. A. Vasiliev, *et al.*, *Opt. Lett.*, 1996, **21**(2) : 1830], 透射型模板是通过刻蚀石英玻璃片上的金属膜制备而成, 它在强度大于 $100 \text{ mJ}/\text{cm}^2$ 准分子激光的照射下, 很容易被破坏, 因而写入光的强度必须小于这个值, 在这种弱光写入的条件, 制备一个长周期光纤光栅, 往往需要数十分钟或更长时间 [B. H. Lee *et al.*, 3rd optoelectronics and communication conference (OECC '98) Technical Digest, Macuhari Masse, July 1998, 286], 逐步写入法同样存在这个问题。

本文报道一种新型的写入法, 其关键技术是采用一种微透镜阵列将一平行的宽束准分子激光聚焦成平行等间距的光条纹, 投影到单模光纤上, 采用这种方法写入一个长周期光栅, 仅仅需要数十秒钟时间, 因而大大地提高了写入的效率。

图 1 所示为由石英玻璃制备成的柱形微透镜模板的截面图, 相邻微透镜之间无间隙, 其中心间距决定了写入光栅的空间周期, 当一宽束准分子激光垂直地入射到微透镜阵列上, 透过微透镜阵列, 在其焦平面上形成一系列等间距的聚焦条纹, 实验中所用的微透镜阵列模板大小为 $20 \text{ mm} \times 30 \text{ mm}$, 相邻微透镜的间距为 0.44 mm , 微透镜的焦距约为 0.5 mm , 理想情况下, 在焦平面上聚焦条纹的宽度和入射光的波长处于同一量级, 实验中所用的准分子激光波长在 248 nm , 因此在焦平面上聚焦条纹处光强有可能比入射光强度高出三个量级, 如果将

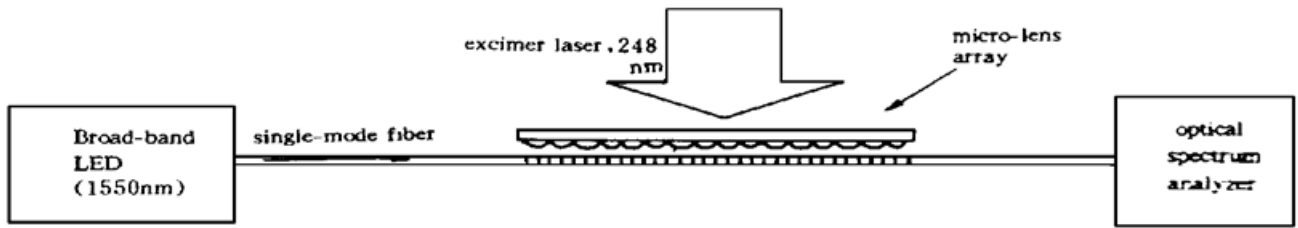


Fig. 1 Setup for writing long-period grating in single-mode fiber using a micro-lens array mask

一单模光纤置于模板的焦面附近(即离开焦面有一定的距离),并且垂直于聚焦条纹方向放置,在光纤中心截面处的亮条纹的宽度约为 0.1 mm,这相当于 0.44 mm 宽度内的光能全部集中在 0.1 mm 宽范围内,由此可见其亮纹处光强度是入射光强度的 44 倍之多,考虑到聚焦条纹处的光强度分布是一个高斯分布,因而实际条纹中心的光强度可以是入射光强度的近百倍以上,而不象传统的二元振幅型模板,亮条纹处的光强度不会大于入射光的强度。

在实验中,所用的准分子激光的脉冲能量为 370 mJ/cm^2 ,脉冲宽度为 20 ns,频率为 50 Hz,光斑的大小为 $25 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$,光纤为经高压处理的普通掺 Ge 单模光纤(Corning SM-28),图 2 为在写入 100、200、...、600 光脉冲形成的长周期光栅(25 cm 长)在 1550 nm 波段内的透射光谱,可以看到随着写入时间的增大,长周期光栅的深度不断增大,特征波长向长波方向移动。因此通过控制写入的时间和照射到模板上光栅的宽度即写入光栅的总长度,可以用同一块微透镜模板写入不同波长、不同透射率的长周期光栅,图 2 最后的曲线 E 为写入时间在 1 分钟之后的光栅的透射谱,以其特征波长为 1568.1 nm,该处的透射率为 -17.9 dB,3 dB 带宽约为 15 nm。

由此可见,这种采用微透镜阵列来写入长周期光纤光栅是一种省时,高效的写入方法,其写入速度远远超过常规的写入方法。

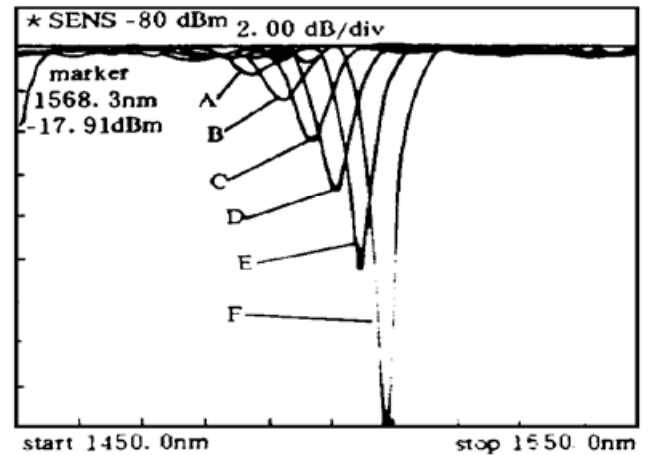


Fig. 2 Transmission spectra of long-period gratings written with (A) 100, (B) 200, ... (E) 600 excimer laser pulses with energy of 370 mJ/pulse

Novel Method for Writing Long-Period Fiber Grating in Single-Mode Fiber Using Micro-Lens Array

H. Y. Tam¹⁾ Weichong Du²⁾ Michael. S. Y. Liu¹⁾

(1), Department of Electrical Engineering, The Hong Kong Polytechnic University, Hongkong
 (2), Department of Physics, South China Normal University, Guangzhou 510631

(Received 4 May 1998; revised 18 August 1998)

Abstract An efficient method to write long-period fiber grating using a micro-lens array is reported. It is possible to using several hundred excimer laser pulses to write a long period grating by using this method.

Key words micro-lens array, excimer laser pulse, fiber grating.